

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-223767

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

H01S 5/02  
G02B 21/06  
G11B 7/135

(21)Application number : 11-023969

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE &  
TECHNOL  
MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 01.02.1999

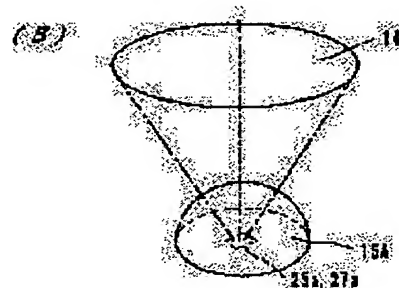
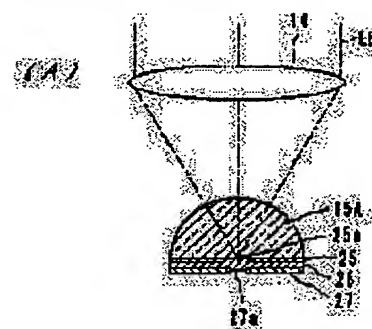
(72)Inventor : NAKANO TAKASHI  
TOMINAGA JUNJI  
ATODA NOBUFUMI  
SATO AKIRA  
HATANO TAKUJI

## (54) PROXIMITY FIELD LIGHT GENERATING ELEMENT AND OPTICAL HEAD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a proximity field light generating element which can be manufactured by using a simple process and is excellent in light usage efficiency, in a high density optical memory using proximity field light, and an optical head.

SOLUTION: A first thin film 25 composed of Al, an intermediate film 26 composed of SiN and a second thin film 27 composed of Al are formed on an output surface of a solid immersion lens 15 composed of material having high refractive index. A first aperture 25a is formed on the first thin film 25, a second aperture 27a is formed on the second thin film 27, and the are of the aperture 27a is smaller than that of the aperture 25a.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-223767  
(P2000-223767A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テーマコード <sup>*</sup> (参考) |
|---------------------------|------|---------------|--------------------------|
| H 0 1 S 5/02              |      | H 0 1 S 3/18  | 6 1 0 2 H 0 5 2          |
| G 0 2 B 21/06             |      | G 0 2 B 21/06 | 5 D 1 1 9                |
| G 1 1 B 7/135             |      | G 1 1 B 7/135 | A 5 F 0 7 3              |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-23969

(22) 出願日 平成11年2月1日 (1999.2.1)

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 中野 隆志

茨城県つくば市東一丁目1番地4 工業技

術院産業技術融合領域研究所内

(74) 指定代理人 220000415

工業技術院産業技術融合領域研究所長 (外)

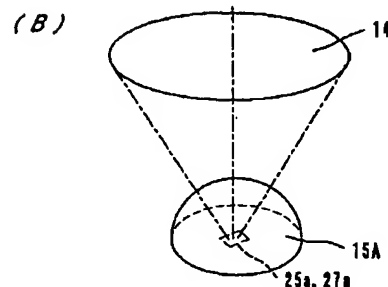
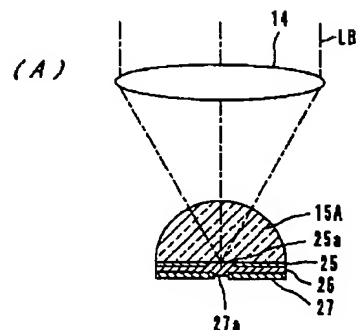
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 近接場光発生素子及び光ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 近接場光を利用した高密度光メモリにおいて、簡単なプロセスによって製作でき、光の利用効率の高い近接場光発生素子及び光ヘッドを得る。

【解決手段】 高屈折率物質からなる固浸レンズ15の出射平面に、A1からなる第1の薄膜25と、SiNからなる中間膜26と、A1からなる第2の薄膜27とを設けた。薄膜25には第1の開口25aが形成され、薄膜27には第2の開口27aが形成され、開口27aは開口25aよりも小面積とされている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 高屈折率物質からなる素子本体の出射面に、第1の光透過部と中間膜と第2の光透過部を設け、第2の光透過部は第1の光透過部よりも小面積であることを特徴とする近接場光発生素子。

【請求項2】 第1又は第2の光透過部の少なくとも一方は、薄膜に形成した微小開口であることを特徴とする請求項1記載の近接場光発生素子。

【請求項3】 第1又は第2の光透過部の少なくとも一方は、高温で合金化して光透過性を有する多層薄膜に形成された微小光透過部であることを特徴とする請求項1記載の近接場光発生素子。

【請求項4】 第1及び第2の光透過部は互いに平行に延在するスリット状の開口をなし、第2の光透過部は第1の光透過部よりもその幅寸法が小さいことを特徴とする請求項1記載の近接場光発生素子。

【請求項5】 請求項4記載の近接場光発生素子と、光源と、該光源から放射された光の偏光方向を第1及び第2の光透過部の延在方向と一致させる偏光子とを備えたことを特徴とする光ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高密度光メモリ（記録／読取り）や高分解能顕微鏡あるいは光加工に用いられる近接場光発生素子及び光ヘッドに関する。

【0002】

【発明の背景】近年、光学的に情報を記録／読取りする光メモリの分野においては、コンピュータの高速化やマルチメディアの発達に伴い、より大容量の情報を記録できる、即ち、記録密度の著しく向上した光ヘッドが望まれ、近接場光記録技術が提案されている。レーザ光を用いた従来の光メモリにおいて、記録密度は光の回折限界で上限が決まり、光の波長程度（約数100nm）のマークしか記録／読取りができなかった。近年提案されている近接場光現象を用いた光メモリでは、光の波長以下の微小開口を有するプローブやSolid Immersion Lens（固浸レンズ）を用いて記録媒体（光ディスク）に対して光ヘッドと記録媒体との間隔を数10nmまで近づけた状態で記録／読取り用の光を照射することで、光の回折限界を超えて数10nmという小さなマークを信号として書き込み、読み取ることが可能である。

【0003】また、このような近接場光技術は、光の回折限界を超える微細パターンを加工する光加工技術や、高分解能顕微鏡にも応用することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近接場光技術においては、なるべく大きい光量で微小な光スポットを形成できる光プローブが望まれている。光ファイバの先端をとがらせて開口を形成する方法では、開口の大きさは100nm程度であり、これでは透過光量が1/1

00以下と極端に小さくなってしまい不具合を有していた。

【0005】このため、シリコン基板を異方性エッチングによってテーパ状の開口を形成することが提案されている（米国特許第5,689,480号明細書）。これによれば、透過光量を増大させることが可能である。しかし、この方法では、単結晶シリコンの薄膜に異方性エッチングで開口を形成するために製作が煩雑であるばかりかコストが上昇するという問題点を有している。

【0006】そこで、本発明の目的は、簡単なプロセスによって製作でき、光の利用効率の高い近接場光発生素子及び光ヘッドを提供することにある。

【0007】

【発明の構成、作用及び効果】以上の目的を達成するため、本発明に係る近接場光発生素子は、高屈折率物質からなる素子本体の出射面に、第1の光透過部と中間膜と第2の光透過部とを設け、第2の光透過部は第1の光透過部よりも小面積とした。第1又は第2の光透過部の少なくとも一方は、薄膜に形成した微小開口、あるいは、高温で合金化して光透過性を有する多層薄膜に形成された微小光透過部である。

【0008】本発明において、素子に入射した光ビームは第1の光透過部で集光され、中間膜を介して第2の光透過部へ向い、第2の光透過部でさらにビーム幅を狭められて近接場光として出射する。この近接場光の透過率は従来の単一のスリット状開口よりも高く、透過率を改善したテーパを有するスリット状開口とほぼ同等あるいはそれよりも向上する。

【0009】しかも、本発明に係る素子は、従来周知の成膜技術やエッチング技術等を用いて第1及び第2の光透過部や中間層を形成することができ、単結晶シリコン薄膜を異方性エッチングするといった方法に比べて容易に製作することができる。

【0010】さらに、本発明に係る近接場光発生素子において、第1及び第2の光透過部は互いに平行に延在するスリット状の開口であることが好ましい。この場合、第2の光透過部（スリット）は第1の光透過部（スリット）よりもその幅寸法が小さく形成される。このような素子にあっても良好な透過率が得られるが、特に、入射光の偏光方向をスリットの延在方向と一致させれば、透過率がより向上する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る近接場光発生素子及び光ヘッドの実施形態について添付図面を参照して説明する。

【0012】（光ヘッドの全体構成、図1参照）まず、光ヘッド10の全体構成について図1を参照して説明する。本光ヘッド10は光ディスク1に対して情報の記録／読取りを行うものであり、レーザ光源11から放射された光ビームLB（拡散光）をカップリングレンズ12

で平行光とし、ミラー13で反射し、集光レンズ14で収束させ、半球形状の固浸レンズ15を介して光ディスク1上を照射する。光ディスク1を透過した透過光LB'は集光レンズ21で収束され、光検出器22で検出される。光検出器22は光信号を電気信号に変換するもので、その出力が図示しない読取り回路に転送され、読取り信号として生成される。

【0013】固浸レンズ15は、よく知られているように、Liquid Immersion Lens Microscope (液浸法による顕微鏡の分解能向上)の原理を応用したもので、高屈折率物質からなり、半球面から入射された光ビームLBを出射平面の中心部に集光する。集光された光ビームLBは以下に説明する光透過部(開口又は固体光透過部)で絞られ、近接場光として微小な領域に浸み出し、光ディスク1上の記録層を照射し、情報の記録/読取りが行われる。

【0014】なお、光ビームLBの光路中には、必要に応じて偏光子16が設けられる。この偏光子16は光ビームLBの偏光方向を一定の方向に揃えるために設置される。

【0015】(近接場光発生素子の第1実施形態、図2参照)図2に示すように、第1実施形態としての固浸レンズ15Aは、屈折率 $n$ が1.7のガラス材からなり、半径2mmの半球形状とされている。この場合、光ビームLBの波長 $\lambda$ は488nmで、集光レンズ14の開口数NAは0.6である。

【0016】固浸レンズ15Aの出射平面には、第1の開口25aを有する第1の薄膜25、中間膜26、第2の開口27aを有する第2の薄膜27が成膜されている。第1の薄膜25は厚さ30nmのAl薄膜であり、第1の開口25aは一辺が400nmの正方形とされている。中間膜26は厚さ65nmのSiN薄膜である。第2の薄膜27は厚さ30nmのAl薄膜であり、第2の開口27aは一辺が200nmの正方形とされている。各膜25、26、27はスパッタリングや蒸着等の各種薄膜成膜法によって成膜され、開口25a、27aはエッチング、フォトリソグラフィ等によって重なる位置に形成される。

【0017】以上の構成からなる固浸レンズ15Aにおいて、半球面から入射した光ビームLBは、出射平面に集光され、第1の開口25aで集光され、中間膜26を介して第2の開口27aへ向い、第2の開口27aでさらにビーム幅を狭められて近接場光として比較的良好的な透過率で出射する。

【0018】また、開口25a、27aは半導体製造技術として一般的に用いられている成膜技術及びエッチングやフォトリソグラフィによる微細加工技術を用いて形成することができ、複雑な異方性エッチングを行う必要がなく、容易かつ安価に製作することができる。

【0019】(近接場光発生素子の第2実施形態、図3、図4参照)図3に示すように、第2実施形態としての固浸レンズ15Bは、前記固浸レンズ15Aと同様に、屈折率 $n$ が1.7のガラス材からなり、半径2mmの半球形状とされている。光ビームLBの波長 $\lambda$ は488nmで、集光レンズ14の開口数NAは0.6である。第1の薄膜25、中間膜26及び第2の薄膜27もそれぞれ前記第1実施形態と同様の厚さ及び材料で成膜されている。但し、第1の開口25bは幅400nmのスリットとされ、第2の開口27bは幅200nmのスリットとされている。これらのスリット25b、27bは互いに重なって平行に延在するように形成されている。第1及び第2のスリット25b、27bの作用は、前記開口25a、27aと同様であり、本第2実施形態の作用、効果は前記第1実施形態と同様である。

【0020】ところで、本第2実施形態では、図1に示したように偏光子16を入射光路中に挿入し、光ビームLBを一定の方向に偏光させることが好ましい。偏光方向はスリット25b、27bの延在方向と一致する方向である。このように偏光方向(電場の振動方向)がスリット25bの延在方向と一致する光はTE波と称される。一方、偏光方向がスリット25bの延在方向と直交する光はTM波と称されている。

【0021】本発明者らは、本第2実施形態をモデルとして、2次元FDTD法(Finite difference time domain method、有限領域時間差分法)と呼ばれるシミュレーション方法を用いて、スリット25b、27bによる光の透過率を解析した。図4は、スリット27bから30nm離れた位置における電場の強度分布を示す。

(A)はTM波、(B)はTE波の強度分布であり、TE波の方がビーム径が絞られ、強度も高いことが分かる。ビーム径及び透過率の計算値を以下の第1表に示す。

【0022】第1表には第2実施形態である本発明例と併せて、幅200nmの単一スリット及び開口幅が200nmのテーパ状スリットにおけるビーム径及び透過率の計算値も比較のために示した。

【0023】

【表1】

(第1表)

|      | スリットの種類      |     | ビーム径<br>(nm) | 透過率<br>(%) |
|------|--------------|-----|--------------|------------|
| 本発明例 | 二重スリット       | TM波 | 195          | 36         |
|      |              | TE波 | 135          | 85         |
| 従来例  | 単一スリット       | TM波 | 195          | 35         |
|      |              | TE波 | 135          | 66         |
|      | テーパ状<br>スリット | TM波 | 205          | 3.2        |
|      |              | TE波 | 135          | 78         |

【0024】前記第1表から明らかなように、ビーム径は本発明例及び従来例共に略同等である。しかし、透過率に関して、本発明例は従来例である単一スリットに対しては勿論、テーパ状スリットよりも好ましい値を得ることができた。

【0025】(近接場光発生素子の第3実施形態、図5参照) 図5に示すように、第3実施形態としての固浸レンズ15Cは、前記固浸レンズ15A、15Bと同様に、屈折率 $n$ が1.7のガラス材からなり、半径2mmの半球形状とされている。光ビームLBの波長 $\lambda$ は488nmであり、集光レンズ14の開口数NAは0.6である。第1の薄膜25及び中間膜26はそれぞれ第1実施形態と同様の厚さ及び材料で成膜されており、第1の薄膜25に形成した第1の開口25aも一辺が400nmの正方形とされている。

【0026】さらに、第2の薄膜は、厚さ5nmのSb薄膜28と厚さ25nmのAu薄膜29の2層とされている。この2層薄膜28、29をヒータで約300℃まで昇温し、レーザ光を固浸レンズ15Cに入射して第1の開口25aに集光させる。すると、AuとSbが高温で相互に拡散/合金化して微小な光透過部30が形成される。この光透過部30は直径約200nmの円形であり、前述の第2の開口27aと同じ作用を奏する。従って、本第3実施形態における作用、効果は前記第1実施形態と同じである。

【0027】なお、2層薄膜28、29は高温で合金化して光透過性を有する材料であれば種々の材料が使用できる。Auに代えてAg、Pt、Pd等を挙げることができ、Sbに代えてSi、Ge等を挙げることができる。

【0028】(他の実施形態) なお、本発明に係る近接場光発生素子及び光ヘッドは前記実施形態に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

【0029】特に、近接場光発生素子としては、固浸レンズ以外に、高屈折率物質からなるプローブであってもよい。また、第1及び第2の薄膜や中間膜は種々の材料を適宜選択して用いることができる。さらに、入射光学系や読取り光学系の構成は任意である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ヘッドの一実施形態を示す概略構成図。

【図2】本発明に係る近接場光発生素子の第1実施形態を示し、(A)は断面図、(B)は斜視図。

【図3】本発明に係る近接場光発生素子の第2実施形態を示し、(A)は断面図、(B)は斜視図。

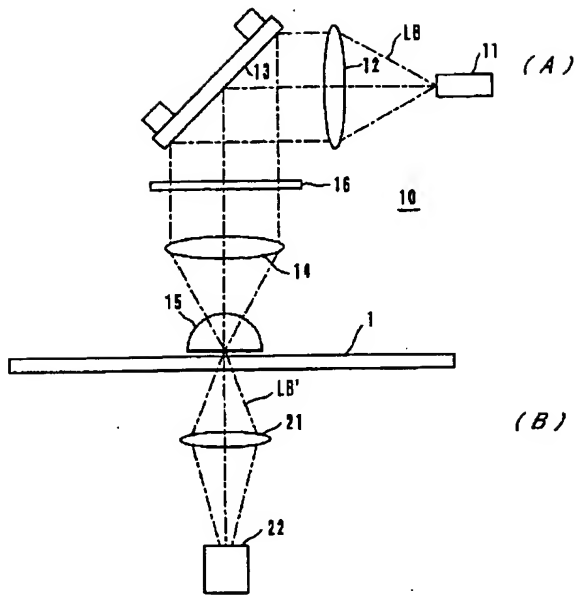
【図4】第2実施形態における近接場光の強度を示すグラフ。

【図5】本発明に係る近接場光発生素子の第3実施形態を示す断面図。

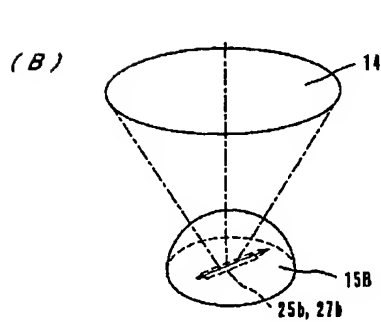
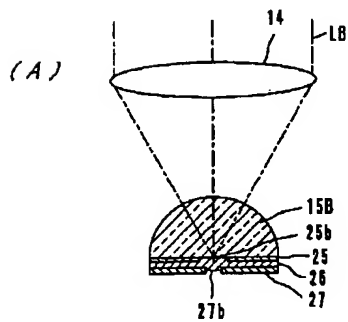
#### 【符号の説明】

10…光ヘッド  
15、15A、15B、15C…固浸レンズ  
16…偏光子  
25…第1の薄膜  
25a、25b…第1の光透過部  
26…中間膜  
27…第2の薄膜  
27a、27b、30…第2の光透過部  
28、29…2層薄膜

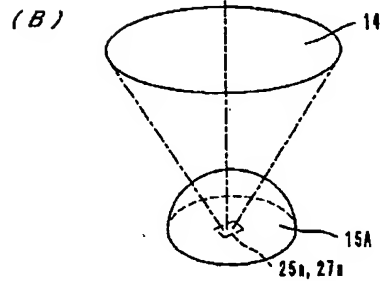
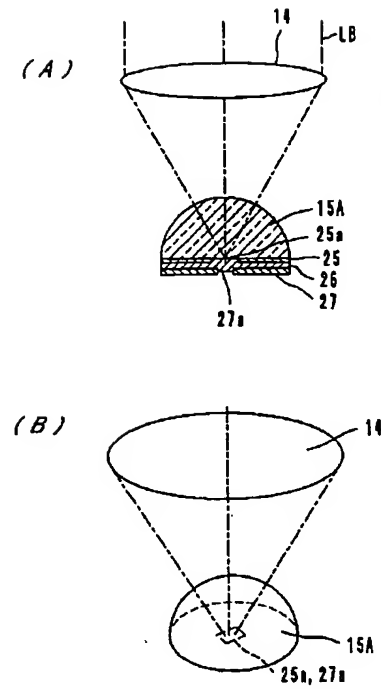
【図1】



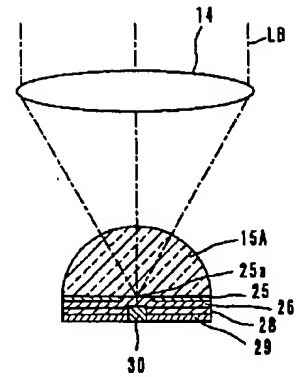
【図3】



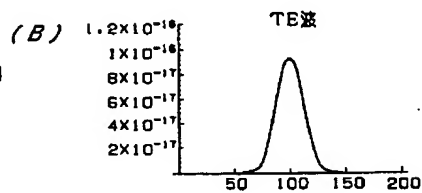
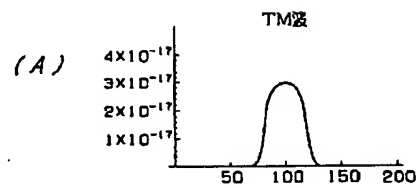
【図2】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 富永 淳二  
茨城県つくば市東一丁目1番地4 工業技  
術院産業技術融合領域研究所内  
(72)発明者 阿刀田 伸史  
茨城県つくば市東一丁目1番地4 工業技  
術院産業技術融合領域研究所内

(72)発明者 佐藤 彰  
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内  
(72)発明者 波多野 卓史  
大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号  
大阪国際ビル ミノルタ株式会社内  
Fターム(参考) 2H052 AA00 AA07 AC05 AC18 AC34  
5D119 AA11 AA22 BA01 CA06 JA33  
JA44 JA64  
5F073 AB25 AB27 BA06 DA35 FA06